

# **Brazilian Journal of Development**

## **Efeito da manipulação de nutrientes sobre as concentrações de carbono e nitrogênio da serapilheira em vegetação secundária, Amazônia Oriental/**

## **Effect of nutrients manipulation on carbon and merger of nitrogen litter in secondary vegetation, Eastern Amazon**

DOI:10.34117/bjdv5n12-113

Recebimento dos originais: 10/11/2019

Aceitação para publicação: 09/12/2019

### **Mayra Piloni Maestri**

Doutoranda em Ciências Florestais na Universidade Federal Rural da Amazônia  
Endereço: Tv. Apinagés, nº 824, CEP ,66023-460, Bairro Batista Campos, Belém, Pará  
E-mail: mayrapmaestri@hotmail.com

### **Marina Gabriela Cardoso de Aquino**

Mestranda em Engenharia Florestal na Universidade do Estado de Santa Catarina  
Endereço: Rua Alberto Pasqualini, nº515, CEP 88520-050, Bairro Conta Dinheiro, Lages - SC  
E-mail: marinaacardoso@gmail.com

### **Francimary da Silva Carneiro**

Engenheira Florestal, Dr., Colaboradora Externa da Embrapa Amazônia Oriental Belém  
Endereço: Passagem Domingos Marreiros, nº 85, Bairro Fátima, CEP: 66060006, Belém-Pará, Brasil.  
E-mail: francimarycarneiro@gmail.com

## **RESUMO**

A avaliação da influência da manipulação de nutrientes sobre as concentrações de carbono e nitrogênio foi realizada no município de Castanhal durante o período de janeiro a dezembro de 2008, em vegetação secundária de 21 anos. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com tratamento fatorial 2x12, sendo considerados dois tratamentos, controle e remoção quinzenal da serapilheira, e doze meses de monitoramento. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e ANOVA ( $t < 0,05$ ). O aporte médio anual foi de 6,65 Magnésio por hectare por ano ( $\text{Mg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) de serapilheira no tratamento testemunha e 6,24  $\text{Mg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  na remoção quinzenal da serapilheira ( $p = 0,079030$ ), com picos de produção em julho. A devolução média anual dos nutrientes carbono (C) e nitrogênio (N) foi de 3,01 e 0,12  $\text{Mg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  no tratamento controle e na remoção os valores foram de 2,74 e 0,10  $\text{Mg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , com picos de aporte também em julho.

**Palavras-chave:** Floresta Amazônica; Floresta secundária; ciclagem de nutrientes.

**ABSTRACT**

The nutrient manipulation influence evaluation about the carbon and nitrogen concentrations was performed in the municipality of Castanhal during the period of January to December in 2008 in a secondary vegetation that was 21 years. The design used was random blocks with the factorial treatment  $2 \times 12$ , where were considered two treatments, control and removal in every fifteen days of litter, during twelve months of monitoring. The data was submitted to a normality test and ANOVA ( $t < 0.05$ ). The annual average contribution was  $6.65 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$  of litter in the control treatment and  $6.24 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$  in the removal of litter after fifteen days ( $p = 0.079030$ ), with production peaks in July. The annual returning average of the nutrients carbon and nitrogen was  $3.01$  and  $0.12 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$  in the control treatment and in the removal of  $2.74$  and  $0.10 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ , also with input peaks in July.

**Keywords:** Amazon forest; Secondary forest; cycling nutrients.

**1 INTRODUÇÃO**

Na década de 1970, houve um avanço significativo no desmatamento de florestas primárias para implantação de áreas de cultivos e principalmente pastagens (VERÍSSIMO et al., 2014). Estudos revelam que a proporção do desmatamento em função da distância das estradas seguem, normalmente, padrões exponenciais dentro de uma faixa de 100 quilômetros (km) de largura ao longo das rodovias BR 010, Belém-Brasília, BR 364, Cuiabá-Porto Velho e PA 150 (FERREIRA, 2001). E o sistema de produção tradicional da Amazônia, conhecido como agricultura itinerante de corte e queima, seja o responsável por 30 a 35% do desmatamento na região amazônica, uma média de abertura de um a dois hectares por pequeno produtor anualmente (HOMMA et al., 1998).

Atualmente, estima-se que existam aproximadamente  $763.000 \text{ km}^2$  de áreas abertas na Amazônia- ou cerca de 20% do bioma Amazônia (NOBRE, 2014). No nordeste paraense, área de colonização mais antiga do Estado, dados afirmam que 90% da cobertura florestal original foi convertida em vegetação secundária (WAGNER, 1995). Devido à grande perda de florestas primárias nos trópicos, as florestas em sucessão podem ser consideradas como parte das florestas do futuro e exercerão papel fundamental na conservação dos ecossistemas.

As mudanças na temperatura, umidade e disponibilidade de luz criam novos habitats que são ocupados por espécies que diferem quanto aos níveis de requerimentos (MESQUITA et al., 1999). Estes impactos mudam a composição das comunidades, as quais iniciam processos de sucessão secundária. Nesta situação, não somente a composição de espécies, mas também a dinâmica da floresta passa a ser diferente das florestas primárias (NASCIMENTO et al., 2005).

A sustentabilidade e o desenvolvimento desses ecossistemas sucessionais, entre outros fatores, estão associados com a estabilidade do balanço de nutrientes em curto, médio e longo prazo. Os elementos químicos, incluindo todos os elementos essenciais para a vida, tendem a circular na biosfera em caminhos característicos, que vão do ambiente para os organismos e de volta para o ambiente. Esses caminhos circulares dependem dos ciclos geoquímico, bioquímico e biogeoquímico, sendo a ciclagem de nutrientes a área da ciência que os estudam (ODUM; BARRETT, 2007). De acordo com Shumacher et al. (2004), cada ecossistema possui um padrão de ciclagem particular, tornando-se, com isso, de fundamental importância estudos sobre ciclagem realizados com diferentes espécies em ambientes variados.

Os solos amazônicos apresentam baixa fertilidade natural, de forma que as espécies vegetais precisam contar com a ciclagem de nutrientes para seu pleno desenvolvimento (DALMOLIN et al., 2009). A serapilheira é a principal via de transferência de nutrientes da biomassa florestal para o solo (ODUM; BARRETT, 2007), para onde os mesmos são liberados por meio da mineralização do material orgânico em decomposição, de modo que se tornam novamente disponíveis para as plantas determinando, assim, a capacidade produtiva e o potencial de recuperação ambiental do ecossistema e das espécies (SHUMACHER et al., 2004). Assim, a presença de matéria orgânica morta na superfície do solo é capaz de aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, quando comparado com os sistemas onde os resíduos vegetais são removidos da superfície do solo (LEITE et al., 2011).

A importância da serapilheira para a entrada de nutrientes no solo, com sua consequente disponibilização para as plantas em virtude da decomposição e mineralização, já é conhecida em florestas tropicais, baseado em estimativas da concentração e aporte de nutrientes na serapilheira anualmente produzida (WOOD et al., 2009). Este tipo de estudo também foi realizado no Brasil, contudo, são muito poucos os resultados provenientes de estudos que enfocaram a remoção da serapilheira para investigar o seu papel direto na ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais sucessionais tropicais (RAMOS, 2011).

Desta forma, o objetivo do estudo foi verificar o efeito da manipulação de nutrientes através da remoção da camada de serapilheira em vegetação secundária de 21 anos, localizada no município de Castanhal, Amazônia Oriental, nos fluxos de carbono e nitrogênio pelo aporte de serapilheira

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no âmbito do Projeto Manipulação de Água e Nutrientes em Ecossistema de Floresta Secundária na Amazônia Oriental (Manflora) resultante da parceria entre a Universidade Federal Rural da Amazônia (Ufra) e a Universidade da Flórida (UFL) em um fragmento de floresta secundária da Estação de Piscicultura de Água Doce (Epad), na bacia do Rio Praquiquara (1°19' S, 47°57' W), rio Apeú, Castanhal (PA), pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia. Teve início em agosto de 1999, quando a regeneração da floresta tinha 12 anos de idade e tinha como objetivo determinar de que forma as mudanças na disponibilidade de recursos afetavam o crescimento de florestas secundárias. Para tanto, foram instalados quatro blocos e testados três tratamentos, sendo: controle, remoção e irrigação da serapilheira. O clima, segundo a classificação de Köppen, atualizado por Alvares (2014) é do tipo Afi, clima tropical chuvoso sem estação seca definida. Os solos são classificados como Latossolo Amarelo distrófico de textura argilosa e concrecionários lateríticos (TENÓRIO et al., 1999).

O delineamento utilizado foi o mesmo do Projeto Manflora: blocos ao acaso com tratamento fatorial 2 x 12, sendo considerados dois tratamentos, controle e remoção quinzenal da serapilheira, e os doze meses de monitoramento do ano 2008, totalizando 24 tratamentos. Cada unidade de amostra era constituída de parcelas de 20 metros x 20 metros (m), com uma área de amostragem de 10 m x 10 m localizada no centro da parcela, que continham três coletores de 1 m<sup>2</sup> cada de serapilheira, como mostra a Figura 1.

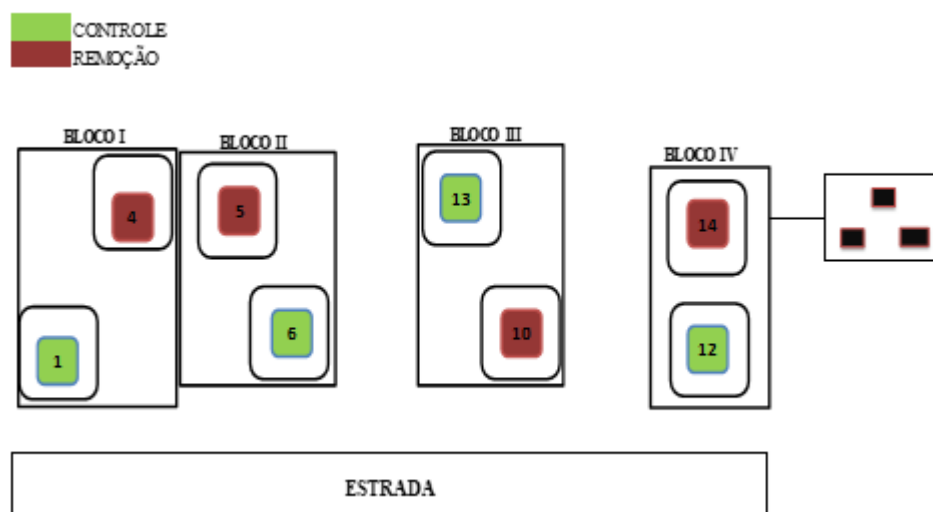


FIGURA 1: Arranjo experimental com as parcelas do tratamento controle e remoção da serapilheira, Projeto Manflora. Fonte: Autoras.

Foram testados dois tratamentos denominados Controle e Remoção da serapilheira. O Sistema de Manejo Controle (SMC) caracteriza-se por nenhuma intervenção no ecossistema, passando a ser utilizado como testemunha. No Sistema de Manejo Remoção (SMR) pela retirada, quinzenalmente, da serapilheira depositada na superfície do solo iniciada em agosto do ano 1999 até o ano da coleta deste trabalho, 2008.

Para a coleta da serapilheira foram alocados coletores de 1 m<sup>2</sup> (1 m x 1 m ) e profundidade de 0,10 m, suspensos do solo a 0,3 m. A frequência de coletas foi realizada semanalmente para minimizar o processo de decomposição das amostras ainda no coletor.

As três amostras provenientes do campo de cada parcela dos dois tratamentos e quatro repetições foram misturadas e formaram uma composta mensal para cada parcela, repetição e tratamento. Depois levadas à secagem em estufa a 60°C, durante 48 horas, pesada, moídas e, então, permaneceram armazenadas em vidros até serem analisadas nos anos de 2015, conforme a metodologia de Kjeldahl, nos Laboratórios da Coordenadoria de Ciências da Terra e Ecologia (CCTE) do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Os dados foram, primeiramente, submetidos ao teste de normalidade e quando apresentavam uma distribuição não-gaussiana foram realizadas transformações logarítmicas e de divisão para atender as exigências do modelo quanto a normalidade dos dados. Posteriormente, foi realizada a análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tuckey ( $t < 0,05$ ) utilizando software estatístico STATISTIC 9.0 e elaboração de gráficos no SigmaPlot 10.0.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A produção média anual de serapilheira na remoção quinzenal foi de 6,24 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e no tratamento testemunha foi de 6,65 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, conforme mostrado na Figura 2, sem que houvesse diferença estatística entre os tratamentos ( $p = 0,079030$ ) devido ao curto período de tempo das análises utilizadas para a elaboração desse trabalho.

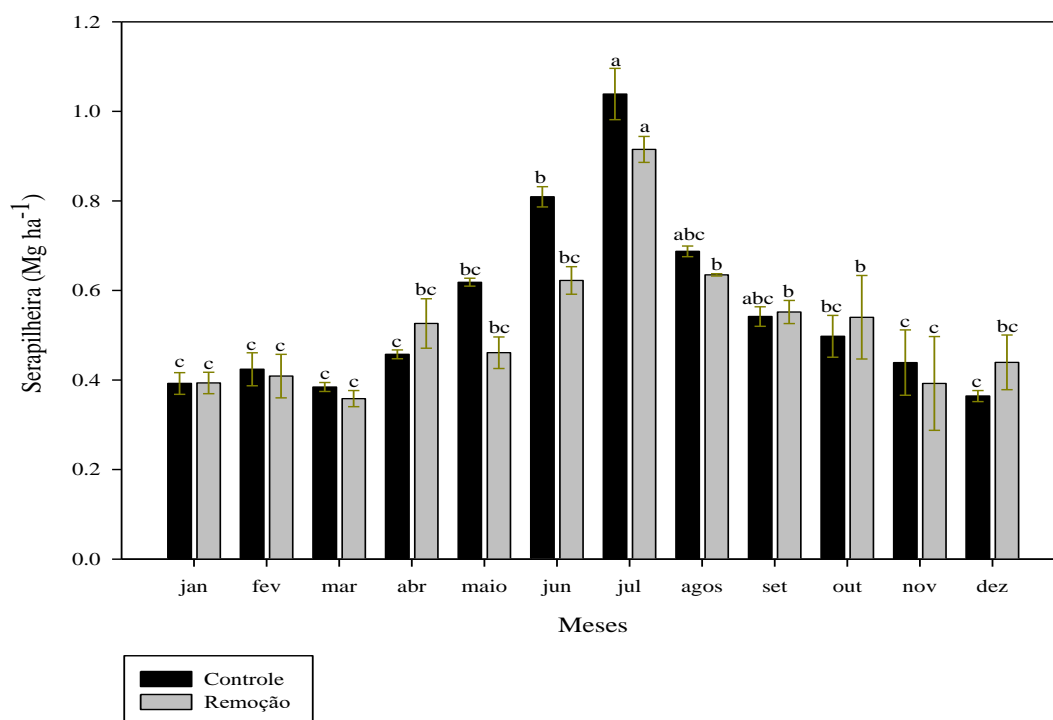


FIGURA 2: Relação da serapilheira no tratamento controle e remoção da serapilheira, Projeto Manflora. Fonte: Autoras.

Os valores encontrados neste estudo situam-se dentro da faixa sugerida para florestas tropicais de todo o mundo, de 4 a 25 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (GOLLEY, 1978), mas abaixo da média de 8,0 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 13,4 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> sugerida para florestas localizadas na Amazônia brasileira (DANTAS et al., 1989) e em floresta secundária de terra firme no Pará (BARLOW et al., 2007), respectivamente.

Isso se deve ao fato de a manipulação de nutrientes na área ter se iniciado há oito anos consecutivos anteriores a realização dessas coletas, como mostra a Tabela 1, e devido aos estágios iniciais da sucessão da vegetação estudada, 21 anos. Uma vez que, a deposição, o acúmulo e a decomposição de serapilheira são influenciados por diversas variáveis. Entre elas, pode-se destacar: ação mecânica de chuvas e ventos, duração do fotoperíodo, composição florística e estágio sucessional da vegetação, disponibilidade hídrica e temperatura (PINTO et al., 2008). No caso, a manipulação da disponibilidade de nutrientes verificada nesse trabalho foi fator determinante depreciativo do aporte de serapilheira na área, uma vez que parte do material que seria decomposto e devolvido ao solo foi removido durante o experimento.

TABELA 1: Produção de serapilheira nos anos de 2000, 2006 e 2008, Projeto Manflora. Fonte: Autoras.

ANO	MASSA REMOÇÃO (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	MASSA CONTROLE (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	REFERÊNCIA
2000	8,46	7,73	FERREIRA, A. M. S. D.; 2010
2006	6,99	6,91	FERREIRA, A. M. S. D.; 2010
2008	6,24	6,65	Este estudo

A deposição de serapilheira variou entre os meses analisados ( $p=0,000000$ ). O mês de maior deposição foi julho com produção média de 0,91 e 1,03 Mg.ha<sup>-1</sup> no tratamento remoção e testemunha, respectivamente, conforme Tabela 2.

TABELA 2: Valores médios mensais do aporte da serapilheira, Projeto Manflora, 2008. Fonte: Autoras.

MÊS	MASSA REMOÇÃO Mg ha <sup>-1</sup>	MASSA CONTROLE Mg ha <sup>-1</sup>
JAN	0,39 ± 0,02	0,39 ± 0,02
FEV	0,40 ± 0,05	0,42 ± 0,04
MAR	0,35 ± 0,02	0,38 ± 0,01
ABR	0,53 ± 0,06	0,46 ± 0,01
MAI	0,46 ± 0,04	0,62 ± 0,01
JUN	0,62 ± 0,03	0,81 ± 0,02
JUL	0,92 ± 0,03	1,04 ± 0,06
AGO	0,63 ± 0,00	0,69 ± 0,01
SET	0,55 ± 0,03	0,54 ± 0,02
OUT	0,54 ± 0,09	0,5 ± 0,05
NOV	0,39 ± 0,10	0,44 ± 0,07
DEZ	0,44 ± 0,06	0,36 ± 0,01

A periodicidade de deposição varia entre espécies nas regiões tropicais e subtropicais. Na região amazônica predomina o clima equatorial quente e úmido com dois períodos bem distintos durante o ano, um chuvoso com temperaturas mais amenas iniciando em dezembro e outro menos chuvoso com altas temperaturas iniciado em junho, para a grande maioria das

plantas a senescência ocorre no final da estação das chuvas e início do período mais seco. Com isso, o valor encontrado neste trabalho está dentro do esperado para a sazonalidade de deposição na Amazônia.

As plantas são capazes de se ajustar a novas condições ambientais devido a sua capacidade de aclimação que envolvem mudanças fisiológicas, bioquímicas e estruturais nas folhas e cloroplastos (YANO; TERASHIMA, 2001).

Para Poggiani (1992), a maior produção mensal de serapilheira é dada no período menos chuvoso, pois esse período se caracteriza pela queda de uma maior quantidade de detritos orgânicos como resposta ao estresse hídrico que caracterizam esse período e a abscisão foliar se torna uma estratégia para minimizar a necessidade deste recurso pela vegetação. Também pode estar associado à estratégia desenvolvida por algumas espécies que realizam a troca de folhas durante o período seco para minimizar o ataque de herbívoros (KURSAR; COLEY, 2003) e não somente em resposta à deficiência hídrica. Outra hipótese para o aumento da produção de serapilheira na época menos chuvosa é a obtenção da máxima eficiência fotossintética durante o período de máxima radiação solar (período seco) com a renovação das folhas neste período (KIM et al., 2012).

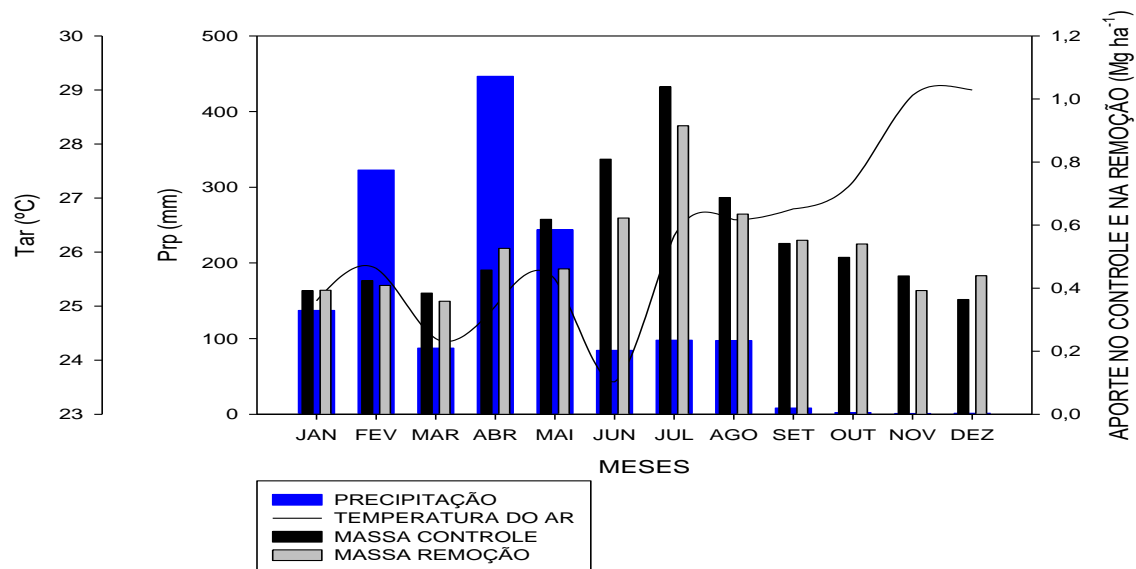
De acordo com os autores Campos et al. (2006), temperaturas elevadas e maior quantidade de insolação constituem os fatores climáticos mais relevantes para a queda das folhas. A produção de novas folhas, com característica fisiológica e anatômica diferentes, em resposta as mudanças na irradiância é regulado pelas folhas maduras em resposta ao regime de luz vivenciado por estas, sendo uma das estratégias para utilização máxima da radiação (YANO; TERASHIMA, 2001). Uma vez que, plantas desenvolvidas sob intensa radiação apresentam vigoroso sistema de ramos e folhas com menor superfície do limbo foliar e, como consequência dessas modificações anatômicas e de um metabolismo mais ativo, as plantas adaptadas a radiações intensas apresentam maior produção de matéria seca, bem como maior fertilidade e, consequentemente, maior produtividade (LIMA-JUNIOR et al., 2005).

A deficiência hídrica ou “seca” significa um período sem precipitação considerável durante o qual o conteúdo de água no solo é reduzido, de forma que as plantas sofrem com a ausência de água (PAIVA; OLIVEIRA, 2006). Quando expostas a essa situação, as plantas, freqüentemente, apresentam adaptações fisiológicas que resultam de modo indireto, na conservação da água no solo, como se estivessem economizando para períodos posteriores (TAIZ; ZEIGER, 1991) e a resposta mais proeminente das plantas consiste na aceleração da senescência e abscisão das folhas.



A senescência ocorre das folhas mais baixas para as folhas mais cimeiras, sendo muitas vezes acompanhada por abscisão foliar e tem como função a salvaguarda dos nutrientes para que a planta consiga sobreviver e voltar a regenerar no ano seguinte. O processo consiste essencialmente numa deslocação dos nutrientes para outras zonas da planta de forma a ocorrer à queda da folha e, com isso, redução da perda de água pela transpiração também.

Ao correlacionar o índice de pluviosidade com os percentuais de produção de serapilheira, através da correlação de Pearson, nota-se que há uma correlação negativa moderada entre ambos ( $r=-0,51$ ), ou seja, quando temos os menores valores de precipitação o aporte é máximo, mostrado na Figura 3. O mesmo padrão de deposição corrobora com diversos autores que também verificaram a mesma sensibilidade sazonal (AQUINO, 2013; GODINHO, 2014).



Em que: Prp= Precipitação; Tar (°C)= Temperatura; mm=milímetros.

FIGURA 3: Relação entre aporte da serapilheira com a precipitação e temperatura, Projeto Manflora, 2008.

Fonte: Autoras.

A devolução média anual para carbono no tratamento remoção foi de  $2,74 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e no controle foi de  $3,01 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , conforme Figura 4, com diferença estatística entre os tratamentos ( $p=0,012011$ ) e os meses de coleta ( $p=0,000000$ ).

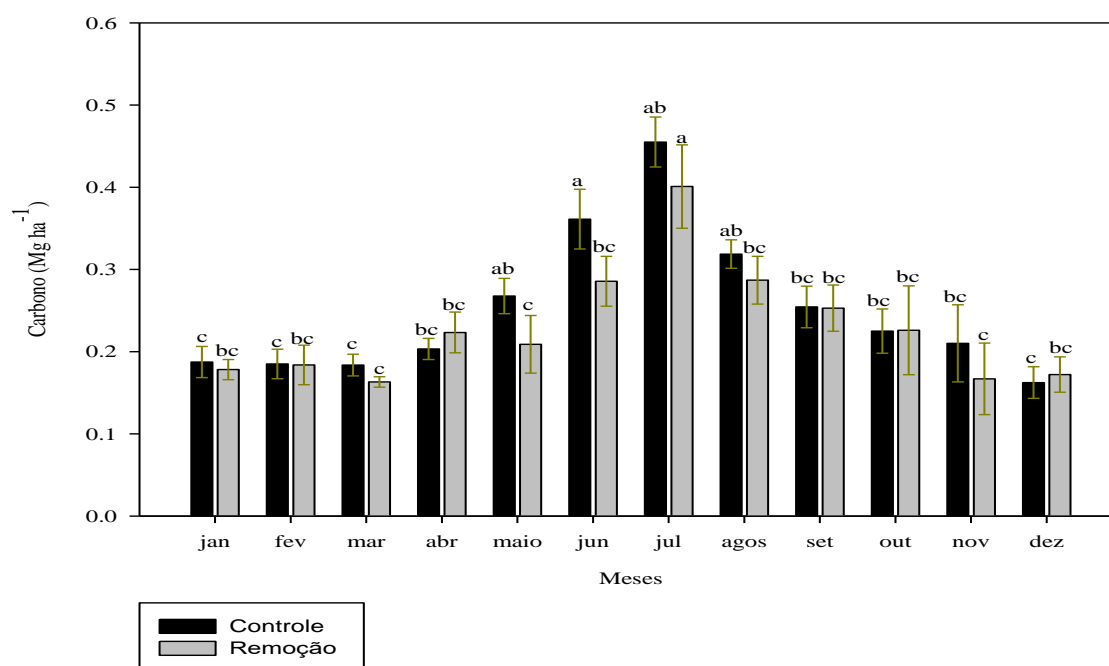


FIGURA 4: Aporte médio mensal de carbono nos tratamentos controle e remoção da serapilheira, Projeto Manflora, 2008. Fonte: Autoras.

Os valores observados estão abaixo do encontrado na literatura, revisada na Tabela 3.

TABELA 3: Aporte médio anual de carbono em diversos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. Fonte: Autoras.

Tipologia Florestal	Região	Carbono (%)	Carbono (Mg ha ano)	Referência
Floresta Secundária de Terra Firme	Amazônia Oriental		3,01	Este estudo
Floresta Secundária de Terra Firme	Amazônia Oriental		2,74	Este estudo
Floresta de Várzea	Amazônia Ocidental	44%	-	CABIANCHI, G.M. (2010)
Floresta Primária de Terra Firme	Amazônia Central	46%	4,00	LUIZÃO <i>et al.</i> , (2004)
Floresta Primária de Terra Firme	Sul da Amazônia	45%	5,40	SELVA <i>et al.</i> , (2007)
Floresta de Terra Firme	Amazônia Oriental	44%	5,95	DIAS (2006)
Floresta de Terra Firme	Amazônia Central	47%	7,70	DIAS (2006)

A devolução média anual para nitrogênio no tratamento remoção foi de 0,10 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e no controle foi de 0,12 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com diferença estatística entre os tratamentos ( $p=0,004111$ ) e os meses de coleta ( $p=0,000000$ ), como consta na Figura 5.

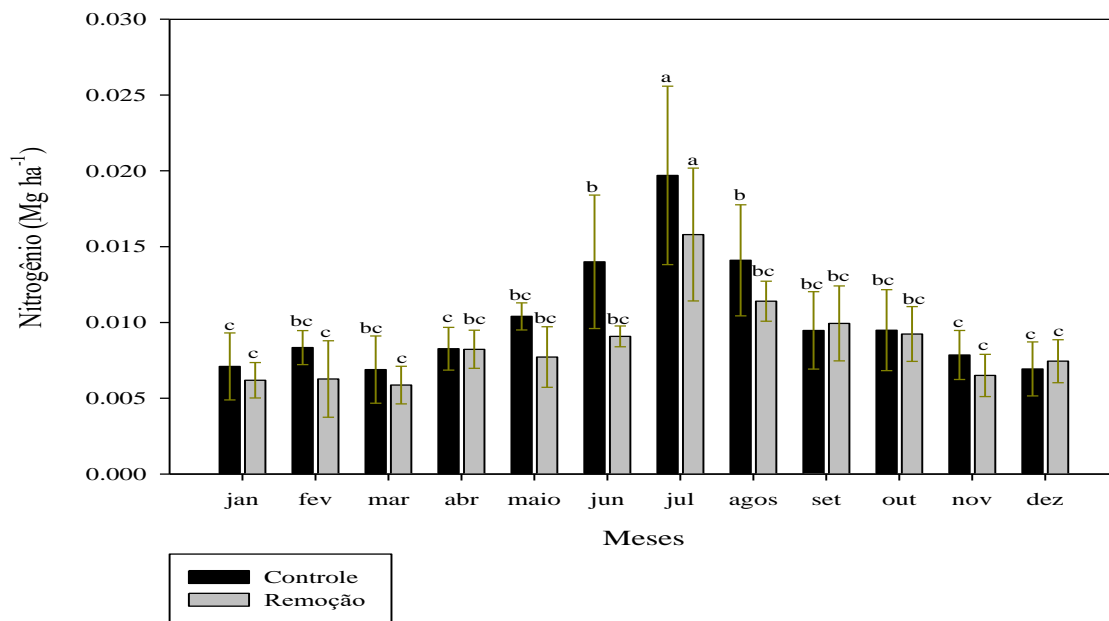


FIGURA 5: Aporte médio mensal de nitrogênio nos tratamentos controle e remoção da serapilheira, Projeto Manflora, 2008. Fonte: Autoras.

Os valores observados estão abaixo do encontrado na literatura, revisados na Tabela 4.

TABELA 4: Aporte médio anual de nitrogênio em diversos ecossistemas florestas da Amazônia brasileira.

Fonte: Autoras.

Ecosistema Florestal	Região	Nitrogênio (Mg ha ano )	Referência
<b>Floresta Secundária de Terra Firme</b>	<b>Amazônia Oriental</b>	<b>0,12</b>	<b>Este estudo</b>
<b>Floresta Secundária de Terra Firme</b>	<b>Amazônia Oriental</b>	<b>0,10</b>	<b>Este estudo</b>
Floresta de Várzea	Amazônia Ocidental	0,19	CABIANCHI, G.M. (2010)
Floresta de Terra Firme	Amazônia Central	0,10	Nardoto <i>et al.</i> , (2008)
Floresta de Terra Firme	Amazônia Central	0,12	Nardoto <i>et al.</i> , (2008)
Floresta de Terra Firme	Amazônia Oriental	0,17	Nardoto <i>et al.</i> , (2008)

A magnitude da contribuição da serapilheira para a ciclagem de nutrientes depende da qualidade química deste material. Bambi et al. (2011) concluíram que a concentração de nutrientes nas folhas fotossinteticamente ativas são geralmente maiores que nas folhas senescentes, mostrando haver transferência parcial de nutrientes antes do processo de senescência e abscisão foliar. Sendo assim, uma serapilheira com baixa concentração de nutrientes tende a contribuir menos para a ciclagem de nutrientes, do que uma serapilheira com maior concentração de nutrientes (VOGEL et al., 2012). Entretanto, mesmo uma

serapilheira pobre em nutrientes pode ser muito importante para a manutenção da ciclagem (SOUZA; DAVIDE, 2001).

As características da serapilheira são condicionadas, entre outros fatores, à natureza do material que a constitui, como folhas, galhos e casca, que são os seus principais componentes. A proporção de cada um desses constituintes, bem como, o grau de decomposição destes, que por sua vez é afetado pelas características do clima e solo, condizionarão o teor de carbono e nitrogênio da serapilheira.

Outros trabalhos também realizaram estudos de manipulação de serapilheira por um longo período, onde foi verificada a redução da disponibilidade de nutrientes como o carbono, nitrogênio e fósforo (VELUCI, 2007), conforme o estoque de nutrientes foi sendo depletado.

Este fato sugeriu que a serapilheira apresenta importante papel na nutrição de ecossistemas sucessionais na Amazônia, corroborado para as concentrações de C e N terem sido menores na remoção da camada de serapilheira quando comparado ao sistema em que não houve manipulação desse recurso.

#### **4 CONCLUSÕES**

Dado o exposto, conclui-se que a remoção da camada de serapilheira foi fator depreciativo quantitativa e qualitativamente da serapilheira produzida na área, uma vez que ocorreu a depleção do material decomposto que retornaria ao solo.

O aporte da serapilheira apresentou tendência de sazonalidade durante o ano, com maior e menor deposição ocorrendo nos meses menos chuvosos e mais chuvosos da região, respectivamente.

#### **REFERÊNCIAS**

AQUINO, P. S. R. **Análise espacial da produtividade e acúmulo de serapilheira em mata de galeria**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2013.

BAMBI, P. et al. Deposição e redistribuição de nutrientes das folhas de espécies de transição Amazônia- Cerrado, MT. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p.17 - 31, 2011.

BARLOW, J. et al. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Vitória, v. 246, p. 91-97, 2007.

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and Litter Nutrient Content in Primary and Secondary Amazonian Terra Firme Rain-Forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, p. 27-36, 1989.

DALMOLIN, Â.C. et al. **Aporte de material vegetal sobre o solo em uma floresta semidecídua ao norte do estado de Mato Grosso**. In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA. Anais... 2009, 6p.

FERREIRA, A.M.S.D. **Fluxos de cátions em ecossistema sucessional de floresta na Região do Médio Apeú, Nordeste do Pará, Amazônia Oriental**. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

GODINHO, T.O. et al. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Cerne**, Lavras, v. 20 n.1, jan./mar. 2014.

GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EDUSP. 1978.

HOMMA, A .K.O. et al. **Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental**. EMBRAPA (Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola). Brasília, p.119-142, 1998.

KIM, Y. et al. Seasonal carbon dynamics and water fluxes in an Amazon rainforest. **Global Change Biology**, [s.l.], v. 18, p. 1-11, 2012.

KURSAR, T.A.; COLEY, P.D. Convergence in defense syndromes of young leaves in tropical rainforests. **Biochemical Systematics and Ecology**, [s.l.], v. 31, p. 929-949, 2003.

LEITE, F. P. et al. Nutrient relations during an eucalyptus cycle at different population densities. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 35, p. 949-959, 2011.

LIMA-JUNIOR, E.C. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1092 – 1097, 2005.

MESQUITA, D. et al. Effects of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian Forest fragments. **Biological Conservation**, [s.l.], v.91, p.129-134, 1999.

NASCIMENTO, H.E.M. et al. Demographic and life-history correlates for Amazonian trees. **Journal of Vegetation Science**, [s.l.], v.16, p.625-634, 2005.

NOBRE, A.D. **O Futuro Climático da Amazônia**. Relatório de Avaliação Científica. São José dos Campos, São Paulo, 2014.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612p.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras. Ed. UFLA, 2006. 104 p.

POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2.,1992, São Paulo. **Anais...** Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, p. 734-739, 1992.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 545-556, 2008.

RAMOS, H. M. N. **Concentração de metais na liteira em um ecossistema sucessional da Amazônia Oriental**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2011.

SHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I. e KONIG, F.G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.

SOUZA, J. A. E DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne, Lavras**, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TENÓRIO, A. R. M. et al. **Mapeamento dos solos da Estação de Piscicultura de Castanhal**. Belém: FCAP. Serviço de documentação e informação, 1999. p.1-27.

VELUCI, R.M. **Seasonal and experimental effects on microbial composition and dynamics in a tropical secundar Forest in the eastern Amazon**. Tese de Doutorado. University of Florida, 2007.

VERÍSSIMO, T., & PEREIRA, J. 2014. **Imazon: A floresta habitada: História da ocupação humana na Amazônia**. Belém, 2014, 128 f.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P. Deposição de serapilheira e nutrientes por espécies nativas em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Floresta**, [s.l.], v. 42, n. 1, p. 129-136, 2012.

WAGNER, D. K. Mesos e microregiões formam um grande Estado. **Nosso Pará**, Belém, v. 2, p. 12-13, 1995.

YANO, S.; TERASHIMA, I. Separate localization of light signal perception for sun or shade type chloroplast and paralysate tissue differentiation in *Chenopodium álbum*. **Plant Cell Physiol**, [s.l.], v. 42, n. 12, p. 1303-1310, 2001.